

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 6  
H05H 1/46  
H05H 1/02

(11) 공개번호 특1999-014799  
(43) 공개일자 1999년02월25일

(21) 출원번호 특1997-708143  
(22) 출원일자 1997년11월14일  
    번역문제출일자 1997년11월14일  
(86) 국제출원번호 PCT/JP 97/001070 (87) 국제공개번호 WO 97/036461  
(86) 국제출원출원일자 1997년03월27일 (87) 국제공개일자 1997년10월02일  
(81) 지정국 EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 리히텐슈타인, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드,  
    국내특허 : 대한민국, 미국,

(30) 우선권주장 96-734671996년03월28일일본(JP)  
(71) 출원인 스미토모긴조쿠고오교오가부시키가이샤 고지마마타오  
    일본국 오오사카후 오오사카시 주오쿠 기타하마 4쵸오메 5방 33고오  
(72) 발명자 마부치히로시  
    일본국 효오고켄 아мага사키시 카미노시마쵸오 3쵸오메 25반 3-501고오  
    하야미토시히로  
    일본국 효오고켄 니시노미야시 코오시엔구쵸 1쵸오메 3반 18고오  
    이다히데오  
    일본국 토오교오토 오우메시 오우메 682반치  
    무라카미토모미  
    일본국 효오고켄 아мага사키시 히가시나니와쵸오 2쵸오메 17반 85고오스미토모코오토오료오  
    타케다나오히코  
    일본국 효오고켄 니시노미야시 코오시엔쵸오 28반치 7-101고오  
    쯔유구치준야  
    일본국 효오고켄 니시노미야시 코오시엔쵸오 21 반치 5-108고오  
    카타야마카쵸오  
    일본국 효오고켄 아мага사키시 미나미쯔카구치쵸오 6쵸오메 9반 1-305고오  
(74) 대리인 임석재  
    윤우성

심사청구 : 있음

(54) 플라즈마 처리장치 및 플라즈마 처리방법

요약

대규모 집적회로(LSI) 및 액정 디스플레이(LCD)의 제조 등에 있어서, 에칭, 애싱, CVD 등에 이용되는 플라즈마 처리장치 및 플라즈마 처리방법이다.

이 플라즈마 처리장치는 마이크로파 도입창으로부터 도입되는 마이크로파에 의해 플라즈마를 발생시키며, 시료대에 인가되는 고주파에 의해 플라즈마 속의 이온을 제어하는 플라즈마 처리장치로써, 시료대에 대항하는 대항전극(접지전극)을 마이크로파 도입창의 주연부에 설치한 것을 특징으로 하고 있다. 또, 이 플라즈마 처리방법은 이 플라즈마 처리장치를 이용하여 시료에 플라즈마 처리를 실시하는 것을 특징으로 하고 있다.

시료에의 파티클 부착이나 금속오염을 저감할 수 있고, 반도체 소자 등의 제조 수율을 향상할 수 있다.

## 명세서

## 기술분야

본 발명은 대규모 집적회로(LSI) 및 액정 디스플레이(LCD)의 제조 등에서, 에칭, 애싱(ashing), CVD 등에 이용되는 플라즈마 처리장치 및 플라즈마 처리방법에 관한 것이다.

## 배경기술

반응성 가스의 플라즈마에 의한 처리가 LSI 및 LCD 등의 제조 프로세스에서는 넓게 채용되고 있다. 특히 플라즈마를 이용한 드라이 에칭(dry etching)기술은 LSI 및 LCD 등의 제조 프로세스에서 불가결한 기본기술로 되어 있다.

한편, LSI 및 LCD 등의 제조에 이용되는 기판의 대형화에 따라, 넓은 면적에 균일하게 플라즈마를 발생시킬 것이 요구되고 있다. 또, 드라이 에칭기술이나 박막형성에서의 매입(embedding)기술에서는, 플라즈마의 발생과 플라즈마 중의 이온 에너지를 각각 독립적으로 제어할 것이 요구되고 있다.

본 출원인은 넓은 면적에 균일한 플라즈마를 발생시킬 수 있고, 게다가 이온 에너지를 제어할 수 있는 플라즈마 처리장치를 제안 하였다(특개평6-104098호 공보).

도 1은 이 플라즈마 처리장치의 모식적 종단면도이다.

반응실(12)의 상부에는 마이크로파 도입창(14)이 설치되고, 마이크로파 도입창(14)의 상방에는 마이크로파가 전파하는 유전체판(誘電體板)(32)이 설치되어 있다. 시료대(15)에는 고주파 전원(28)이 접속되며, 또 대향전극(41)이 시료대(15)와 대면하도록 마이크로파 도입창(14) 하면에 설치되어 있다. 대향전극(41)은 전기적으로 접지되어 있다.

도2는 대향전극의 1예를 나타내는 모식적 평면도이다.

대향전극(41)은 알루미늄 등의 금속으로 제작되며, 대향전극(41)에는 마이크로파를 반응실(12)로 유도하기 위한 마이크로파 공 급공(41a)이 개구(開口)되어 있다.

이 장치에서는, 마이크로파는 유전체판(32) 속을 평면적으로 전파한다. 그 때문에, 유전체판(32) 및 마이크로파 도입창(14)의 면적을 크게 함으로써, 넓은 면적에 균일한 플라즈마를 발생시킬 수 있다.

이 장치는 마이크로파 도입창(14)의 하면에 대향전극(41)을 설치하고 있다. 그 때문에, 시료대(15)에 고주파를 인가하는 경우, 시료대-플라즈마-대향전극의 전기회로를 안정시켜 시료(S) 표면에 안정한 바이어스 전압을 발생시킬 수 있다. 그 결과, 바이어스 전압에 의해 플라즈마 중의 이온 가속(이온 에너지)의 제어를 안정하게 수행할 수 있다.

이 장치는 주로 마이크로파에 의해 플라즈마를 발생시키며, 주로 시료대에 인가한 고주파에 의해 이온 에너지를 제어한다. 그 때문에, 플라즈마의 발생과 이온 에너지를 각각 독립적으로 제어할 수 있다.

그러나, 상기 구성의 장치에서는, 대향전극은 시료의 바로 위에도 존재하고 있다. 그 때문에, 플라즈마 중에서 생성하여 대향전극에 부착한 퇴적물이나 대향전극 자체가 플라즈마에 의해 스퍼터(sputter)되어 시료(S)에 부착하는 경향이 있었다. 그 결과, 시료에의 파티클 부착이나 금속오염의 문제가 생기기 쉬웠다.

본 발명은 이와 같은 과제를 해결하기 위해 안출한 것으로, 시료에의 파티클 부착이나 금속오염이 적은 플라즈마 처리장치 및 플라즈마 처리방법을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 플라즈마 처리장치를 나타내는 모식적 종단면도,

도 2는 종래 장치의 대향전극을 나타내는 모식적 평면도,

도 3은 본 발명의 플라즈마 처리장치의 제1 실시형태를 나타내는 모식적 종단면도,

도 4는 도 3의 A부분의 확대도,

도 5는 대향전극의 1예인 환상전극을 나타내는 모식적 종단면도,

도 6은 그의 저면도,  
 도 7은 본 발명의 플라스마 처리장치의 제2 실시형태를 나타내는 모식적 종단면도,  
 도 8은 도 7의 마이크로파 도입창 및 대향전극 부분의 확대도,  
 도 9는 대향전극의 1예를 나타내는 모식적 종단면도,  
 도 10은 그의 저면도,  
 도 11은 본 발명의 플라스마 처리장치의 제3 실시형태의 모식적 종단면도,  
 도 12는 본 발명의 플라스마 처리장치의 제4 실시형태를 나타내는 모식적 종단면도,  
 도 13은 마이크로파 조정판의 1예를 나타내는 평면도,  
 도 14는 마이크로파 조정판의 다른 예를 나타내는 평면도,  
 도 15는 본 발명의 플라스마 처리장치의 제5 실시형태를 나타내는 모식적 종단면도,  
 도 16, 도 17 및 도 18은 웨이퍼 면 내의 플루오르 카본 중합물의 성장속도분포를 나타내는 도면,  
 도 19는 파티클 수의 플라스마 방전시간에 대한 변화를 나타내는 도면.

### 발명의 상세한 설명

본 발명의 플라스마 처리장치는 마이크로파를 공급하는 수단과, 마이크로파 도입창과 이 마이크로파 도입창에 대면하는 시료대를 가지는 반응용기와, 시료대에 고주파를 인가하는 수단과, 시료대에 대향하는 전기적으로 접지된 대향전극을 구비한 플라스마 처리장치로, 상기 대향전극이 반응용기의 내측에서 마이크로파 도입창의 주연부에 설치되어 있는 것을 특징으로 하고 있다.

본 발명의 장치에서는 대향전극이 시료의 바로 위를 피하며, 게다가 충분한 면적을 구비하도록 마이크로파 도입창의 주연부에 설치되어 있다. 시료의 바로 위에는 파티클의 발생원 또는 오염원으로 되는 금속이 존재하지 않는다. 그 때문에, 시료에의 파티클 부착 및 금속오염의 문제를 억제함과 동시에 안정한 바이어스 전압에 의한 플라스마 처리가 가능하게 된다.

### 실시예

본 발명에서 말하는 마이크로파 도입창의 주연부란 시료의 바로 위에 놓이는 부분을 마이크로파 도입창의 중앙부로 하여 그 중앙부의 외측부분인 곳을 의미한다.

시료대에 고주파를 인가하는 것에 의해 시료 표면에 발생하는 바이어스 전압은 시료대-플라스마-반응용기의 전기회로에 의해 발생하기 때문에, 바이어스 전압은 플라스마 포텐셜의 영향을 크게 받는다. 플라스마 포텐셜은 전기적으로 접지된 금속(대향전극의 역할을 달성한다)과 플라스마의 접촉상태에 의해 크게 변화한다.

그 때문에, 마이크로파 도입창 바로 아래에 고밀도 플라스마를 발생시키는 장치에서는 이온 에너지를 안정하게 제어하는데에는 고밀도 플라스마의 발생개소(發生箇所) 근방에, 즉 마이크로파 도입창 하면 근방에 이 대향전극을 설치할 필요가 있다.

한편, 대향전극의 위치에 의해서는 플라스마 중에서 생성되어 대향전극에 부착한 퇴적물이나 대향전극 자체가 고밀도 플라스마에 의해 스퍼터(sputter)되어, 시료에의 파티클 부착이나 금속오염의 문제가 생긴다.

그래서, 본 발명자들은 마이크로파 도입창 하면 근방에서 대향전극의 형상을 변화시켜 시료의 에칭을 수행하고, 파티클 및 금속오염이 적은 대향전극을 검토하였다.

그 결과, (a) 시료대와 직접 대면하는 부분(시료의 바로 위부분)이 없는 주연 부분만으로 된 전극으로 함으로써, 파티클 및 금속오염을 저감할 수 있는 것, (b) 반응실의 면적이 충분히 크게 되면, 마이크로파 도입창의 주연 부분만의 전극에서도 충분한 면적이 있어, 안정한 바이어스 전압을 발생시킬 수 있는 것을 깨달았다.

즉, 본 발명의 장치에서는 대향전극이 시료의 바로 위를 피하며, 게다가 충분한 면적을 구비하도록 마이크로파 도입창의 주연부에 설치되어 있다. 시료의 바로 위에는 파티클의 발생원 또는 오염원으로 되는 금속이 존재하지 않는다. 그 때문에, 시료에의 파티클 부착 및 금속오염의 문제를 억제함과 동시에, 안정한 바이어스 전압에 의한 플라스마 처리가 가능하게 된다.

또, 이 대향전극은 마이크로파의 반응실내의 도입영역을 제한하고, 플라스마의 발생영역을 제한하여 플라스마 밀도를 높인다고 하는 잇점도 함께 가지고 있다. 플라스마 밀도를 높임으로써, 시료의 플라스마 처리속도를 높일 뿐만 아니라, 미세한 패턴을 양호하게 에칭할 수 있게 된다.

본 발명의 플라스마 처리장치 및 플라스마 처리방법에 관한 제1로부터 제5 실시형태 및 본 발명의 플라스마 처리장치 및 플라스마 처리방법에 관한 시험결과에 대해 구체적으로 설명한다.

(제1 실시형태)도 3은 본 발명의 플라스마 처리장치의 제1 실시형태를 나타내는 모식적 종단면도이다.

반응용기(11)는 형상이 직육면체로 내부가 중공(中空)이며, 통상 알루미늄이나 스테인레스 강 등의 금속으로 제작된다. 반응용기(11)의 내부에는 원통형의 반응실(12)이 설치되어 있다.

반응용기(11)의 상부에는, 마이크로파 도입창(14)이 반응용기(11)의 상부벽과의 사이에 O링(20)을 개재하여 설치되어 있고, 반응실(12)은 기밀상태로 밀봉되어 있다. 마이크로파 도입창(14)은 내열성과 마이크로파 투과성을 가지며, 동시에 유전손실(誘電損失)이 작은 유전체, 예를 들면 석영글라스(SiO<sub>2</sub>)나 알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 등으로 제작된다.

반응실(12)에는 시료대(15)가 마이크로파 도입창(14)과 대면하는 위치에 배설되며, 시료(S)는 시료대(15) 위에 재치된다. 시료대(15)에는 고주파 전원(28)이 접속되어 있다. 고주파 전원(28)의 주파수는 400KHz, 2MHz, 13.56MHz 등이다.

시료대(15)는 시료(S)를 유지하기 위한 정전 척(靜電 CHUCK) 등의 흡착기구(도시 않음)나, 시료(S)를 일정 온도로 유지하기 위한 매체를 순환시키는 매체순환기구(도시 않음) 등을 구비하고 있다. 시료대(15)는 예를 들면 기대(基臺)(16) 위에 고정되며, 절연부재(18)에 의해 반응용기(11)와 절연되어 있다. 시료대(15)의 주위는 플라즈마 실드부재(17)로 덮여져 있다.

시료대(15)에 정전 척 기능을 가지게 한 경우, 시료대(15)의 구조를 알루미늄 전극본체의 표면에 용사(溶射) 등으로 피복된 알루미늄 층을 구비하는 구조로 하면 좋다. 절연부재(18)나 플라즈마 실드부재(17)로서 알루미늄이 이용된다.

반응용기(11)에는 반응실(12)에 가스를 도입하기 위한 가스 도입공(25) 및 배기장치(도시 않음)에 접속되는 배기구(26)가 설치되어 있다. 반응용기(11)의 주위벽은 히터 등에 의해 소정의 온도로 가열할 수 있는 구조로 하면 좋다.

반응용기(11)의 상방에는 알루미늄 등의 금속판(33)으로 상부를 덮게 된 유전체판(32)이 마이크로파 도입창(14)과 대향하도록 설치되어 있다. 유전체판(32)은 도파관(34)을 통해 마이크로파 발진기(35)와 연결되어 있다. 유전체판(32)의 재료로는 유전손실이 작은 재료, 예를 들면 테프론(등록상표) 등의 불소수지나 폴리에틸렌이나 폴리스티렌 등이 적합하다. 마이크로파의 주파수는 예를 들면 2.45GHz 가 이용된다.

이 형태에서는 상기의 구성에 부가하여, 시료(S)의 표면에 바이어스 전압을 안정하게 발생시키기 위해, 마이크로파 도입창(14)의 주연부에 환상의 대향전극(21)이 설치되어 있다. 대향전극(21)은 반응용기(11)를 통해 전기적으로 접지되며, 고주파가 인가되는 시료대(15)에 대한 접지전극의 역할을 달성한다.

도 4는 도 3의 장치 A부분의 확대도이다.

대향전극(21)의 외주(外周) 부분에는 알루미늄 등으로 제작되는 대향전극 외연절연판(外緣絶縁板)(22)이 설치되며, 대향전극(21)과 반응용기(11)의 측벽이 구분되어 있다.

도 5는 대향전극의 1예인 환상전극(環狀電極)의 모식적 종단면도이고, 도 6은 이 환상전극의 저면도이다.

대향전극(對向電極)(21)은 실리콘(Si)이나 알루미늄(Al) 등으로 제작된다. 알루미늄으로 제작하는 경우는 전극표면에, 예를 들면 알마이트 처리 및 알루미늄 코팅처리를 실시하는 것이 바람직하다.

대향전극(21)의 형상은, 균일한 플라즈마 처리를 시료에 실시하는데에는, 시료로부터 보아서 대칭적으로 하는 것이 바람직하다. 장치 구성의 관점에서 보면, 환상으로 하는 것이 바람직하지만, 이것에 한정되지 않는 것은 말할 필요도 없다.

상술한 장치를 이용하여 시료(S)를 플라즈마 처리하는 방법에 대해서, 시료(S)의 표면을 에칭하는 경우를 예로 들어 도 3에 근거하여 설명한다.

① 반응실(12) 내를 배기구(26)로부터 배기하고, 그 후 가스 도입공(25)으로부터 반응실(12)에 가스를 공급한다.

② 마이크로파 발진기(35)에서 마이크로파를 발생시켜, 도파관(34)을 통해 유전체판(32)에 마이크로파를 도입한다. 표면파 전계가 중공층(中空層)(31)에 형성되며, 그 전계가 마이크로파 도입창(14)을 투과하여 반응실(12)에 플라즈마를 발생시킨다.

③ 플라즈마 발생과 거의 동시에 고주파 전원(28)을 이용하여 시료대(15)에 고주파를 인가하고, 시료(S) 표면에 바이어스 전압을 발생시킨다. 바이어스 전압에 의해 플라즈마 중의 이온 에너지를 제어함과 동시에 시료(S)의 표면에 플라즈마를 조사하여 시료(S)를 에칭한다.

이 장치에서는 대향전극(21)이 시료(S)의 바로 위를 피하는 형상으로 설치되어 있다. 그 때문에, 시료(S)에의 파티클 부착이나 금속오염을 저감할 수 있으며, 게다가 시료(S) 표면에 바이어스 전압을 안정하게 발생시킨 에칭이 가능하게 된다.

대향전극은 마이크로파의 반응실내의 도입영역을 제한하며, 플라즈마의 발생영역을 제한하여 플라즈마 밀도를 높인다고 하는 이 점도 함께 가지고 있다. 플라즈마 밀도를 높임으로써, 시료의 플라즈마 처리속도를 높일 뿐만 아니라, 미세한 패턴을 양호하게 에칭할 수 있게 된다.

따라서, 반도체 소자의 제조공정 등에 이 플라즈마 처리장치를 적용한 경우, 제조되는 반도체 소자의 수율을 향상시킬 수 있다.

(제2 실시형태)도 7은 본 발명의 플라즈마 처리장치의 제2 실시형태를 나타내는 모식적 종단면도이다. 도 8은 마이크로파 도입창과 대향전극 부분의 확대도이다.

이 장치는 도 3에 도시한 장치와 대향전극(21)만 다르다. 즉, 이 장치의 대향전극은 도 3에 도시한 장치에서의 대향전극(21)과 반응용기(11) 벽의 일부가 일체로 제작되어 있다.

도 9는 대향전극의 모식적 종단면도이고, 도 10은 대향전극의 저면도이다.

대향전극(21)은 반응실(12)에 면하여 대향전극의 역할을 달성하는 부분(21c)과 반응용기의 벽 일부를 구성하는 부분(21d)으로 된다. 대향전극(21)은 알루미늄 등으로 제작되며, 플라즈마에 피폭되는 선단부(21a) 및 표면(21b)은 알마이트 처리 및 알루미늄 코팅처리 등이 실시되는 것이 바람직하다.

이 구성은 대향전극과 반응용기 벽을 일체로 하고 있기 때문에, 대향전극 장착부로부터의 파티클 발생도 억제할 수 있다. 또, 제1 형태에 비해 대향전극의 구조가 간단하고, 제작이 용이하다.

(제3 실시형태)도 11은 본 발명의 플라즈마 처리장치의 제3 실시형태를 나타내는 모식적 종단면도이다.

특히 대향전극의 선단부(21a)는 마이크로파 도입창의 바로 아래에 발생한 고밀도 플라즈마에 의해 스퍼터되기 쉽다.

이 형태에서는 마이크로파 도입창(14)에 환상의 볼록부(14b)를 설치함으로써, 대향전극의 선단부(21a)가 스퍼터되는 것을 방지하고 있다.

이 구성으로 함으로써, 시료에의 파티클 부착이나 금속오염의 경시적(經時的)인 증가를 억제할 수 있다.

(제4 실시형태)도 12는 본 발명의 플라즈마 처리장치의 제4 실시형태를 나타내는 모식적 종단면도이다.

이 장치는 도 3에 도시한 장치에 부가하여, 마이크로파 조정판(23)을 마이크로파 도입창(14)의 위에 설치하고 있다.

도 13은 마이크로파 조정판의 1예를 나타내는 평면도이다.

마이크로파 조정판(23)은 알루미늄 등의 금속판 중앙부에(즉 시료(S)의 위에 놓이는 부분에) 구멍(23a)을 설치함으로써 제작된다. 구멍(23a)의 패턴에 의해, 반응실(12)에 도입되는 마이크로파의 전계분포를 조정하여 보다 균일한 플라즈마 처리를 가능하게 하는 것이다.

도 14는 마이크로파 조정판의 다른 예를 나타내는 평면도이다.

이 마이크로파 조정판은 중앙부에 1개의 구멍만 개구(開口)되어 있다. 시료 중앙부와 주변부의 플라즈마 처리의 불균일만이 문제로 되는 경우 등에, 이 도면에 나타내는 마이크로파 조정판이 이용된다.

또, 상술한 마이크로파 조정판은 어느 것이라도 플라즈마 발생영역을 제한하기 위하여 이용할 수도 있다. 강하게 플라즈마가 발생하는 영역을 시료와 대면하는 영역에 제한하며, 대향전극의 선단부(21a) 근방에 발생하는 플라즈마를 약하게 함으로써, 대향전극 선단부(21a)의 스퍼터량을 저감할 수 있다. 즉, 시료에의 파티클 부착이나 금속오염의 경시적인 증가를 억제할 목적으로 마이크로파 조정판은 이용할 수도 있다.

(제5 실시형태)도 15는 본 발명의 플라즈마 처리장치의 제5 실시형태를 나타내는 모식적 종단면도이다.

이 장치는 도 11의 장치에서 도시한 마이크로파 도입창과 도 12의 장치에서 도시한 마이크로파 조정판(23)의 양쪽을 구비하고 있다.

이 장치는 전술한 바와 같이, 대향전극의 선단부(21a)가 스퍼터되는 것을 방지하며, 또 플라즈마 발생영역을 제한할 수 있다.

그 결과, 시료에의 파티클 부착이나 금속오염의 경시적인 증가를 억제할 수 있고, 게다가 시료 표면에 바이어스 전압을 안정하게 발생시킨 에칭이 가능하게 된다.

또, 이 장치는 대향전극, 마이크로파 도입창 및 마이크로파 조정판의 구멍 형상을 조합시킴으로써, 마이크로파의 반응실에서의 도입을 조정하며, 플라즈마 밀도를 보다 높이는 것 등도 가능하게 된다.

따라서, 반도체 소자의 제조공정 등에 이 플라즈마 처리장치를 적용한 경우, 제조되는 반도체 소자의 수율을 용이하게 향상시킬 수 있다.

또한, 전술한 바와 같이, 안정한 바이어스 전압을 발생시키는데에는 대향전극(접지전극)의 면적을 소정량 이상으로 할 필요가 있다. 본 발명의 플라즈마 처리장치는 마이크로파 도입창의 주연에 대향전극을 설치하기 때문에, 대면적의 마이크로파 도입창을 구비하는 장치에 적용하는 것이 바람직하다. 즉, 본 발명의 플라즈마 처리장치는 대면적의 마이크로파 도입창을 구비하는 장치에

알맞고, 제1 실시형태로부터 제5 실시형태로 설명한 유전체판을 이용한 플라즈마 처리장치에 특히 알맞다.

본 발명의 플라즈마 처리장치는 예를 들면 실리콘 산화막( $\text{SiO}_2$ )의 에칭공정 등과 같이, 이온 제어가 특히 중요한 처리에 알맞다.

시험결과에 대해 이하에 설명한다. 또한, 이하의 시험에서 이용한 마이크로파의 주파수는 2.45GHz, 고주파의 주파수는 400KHz 이다.

(시험1)도3에 도시한 플라즈마 처리장치를 이용하여 실리콘 산화막이  $1\mu\text{m}$  성막(成膜)된 6인치 실리콘 웨이퍼를 25장 연속해서 에칭하고, 웨이퍼 상(全面)에서 크기가  $0.2\mu\text{m}$ 이상인 파티클 수를 측정하였다.

비교예로서, 도1에 도시한 종래의 플라즈마 처리장치에 관해서도 마찬가지로의 측정을 실시하였다.

에칭조건은 이하와 같다. CHF

$\text{CH}_3$ 의 유량을 20sccm, 압력을 30mTorr, 마이크로파 전력을 1300W, 고주파 전력을 1000W, 그리고 시료대 온도를  $0^\circ\text{C}$ 로 하였다.

종래예에서는, 웨이퍼상의 파티클 수가 수백개였던 것에 비해, 본 발명예에서는 웨이퍼상의 파티클 수를 50개 미만으로 저감할 수 있었다.

또, 본 발명예에서의 웨이퍼상의 파티클을 EDX(에너지 분산형 X선 애널라이저)로 분석하였다. 알루미늄(Al)과 불소(F)가 동시에 검출되는 일은 없게 되며, 알루미늄(Al)과 불소(F)가 검출되는 대향전극 부분으로부터의 파티클이 저감되고 있는 것을 확인할 수 있었다.

(시험2)도 12에 도시한 플라즈마 처리장치를 이용하여 마이크로파 조정판에 의한 플라즈마의 균일화 효과를 평가하였다.

6인치 실리콘 웨이퍼상에,  $\text{CHF}_3$ 가스를 플라즈마로 분해한 때에 생성되는 플루오르 카본 중합물을 성막하고, 웨이퍼상의 플루오르 카본 중합물의 성막속도의 분포에 의해, 플라즈마의 균일성을 평가하였다.

마이크로파 조정판은 마이크로파의 투과영역을 중앙의 직사각형 영역에 제한하는 도 14에 도시한 것 및 마이크로파의 전계분포를 조정하는 도 15에 도시한 것을 이용하였다. 또, 비교하기 위해 마이크로파 조정판을 이용하지 않은 경우에 대해서 마찬가지로의 측정을 수행하였다.

성막조건은 이하와 같다. CHF

$\text{CH}_3$ 의 유량을 20sccm, 압력을 30mTorr, 마이크로파 전력을 1300W, 시료대 온도를  $0^\circ\text{C}$ 로 하였다. 또, 시료대에서의 고주파 전력은 인가하지 않았다.

도 16, 도 17 및 도 18은 웨이퍼 면 내의 플루오르 카본 중합물의 성막속도분포를 나타내는 도면이다. 도 16은 도 15의 개공(開孔) 패턴의 마이크로파 조정판을 이용한 때, 도 17은 도 14의 개공패턴의 마이크로파 조정판을 이용한 때, 도 18은 마이크로파 조정판을 이용하지 않은 때의 성막속도분포를 나타내는 도면이다. 단위는  $\text{nm} / \text{min}$ 이다. 또한, 도 16 및 도 17중의 「+」는 에칭속도가  $400\text{nm} / \text{min}$  이상인 것을, 「-」는 에칭속도가  $400\text{nm} / \text{min}$  미만인 것을 나타내고 있다.

마이크로파 조정판을 설치함으로써 성막속도분포가 균일하게 되었다. 요컨대, 마이크로파 조정판을 설치함으로써 균일한 밀도분포의 플라즈마를 발생시킬 수 있었다.

(시험3)도 15에 나타난 플라즈마 처리장치를 이용하여 플라즈마를 발생시켜서 파티클 수의 시간변화를 측정하였다. 파티클 수는 6인치 웨이퍼상(全面)에서 크기가  $0.2\mu\text{m}$ 이상인 것을 카운트하는 것으로 하였다. 마이크로파 조정판은 도 14에 도시한 것을 이용하였다. 또한, 비교하기 위해, 마이크로파 도입창(14)이 환상의 볼록부(14b)를 가지지 않은 평탄한 판인 플라즈마 처리장치에 관해서 마찬가지로의 측정을 실시하였다.

플라즈마 발생조건은 다음과 같다. 이용한 가스는 CHF

$\text{CH}_3$  및 CO, 마이크로파 전력은 1300W, 그리고 고주파 전력은 600W로 하였다.

도19는 파티클 수의 플라즈마 방전시간에 대한 변화를 나타내는 도면이다.

환상의 볼록부(14b)를 가지지 않은 마이크로파 도입창의 경우에는, 파티클 수를 50개 미만으로 할 수 있는 것은 1000min 정도였다. 이것에 비해, 환상의 볼록부(14b)를 구비한 마이크로파 도입창에서는 2500min 이상, 파티클 수를 50개 미만으로 안정시킬 수 있었다.

즉, 마이크로파 도입창 모양을 대향전극의 선단을 보호하는 것 같은 형상으로 함으로써, 더욱더 파티클 수의 경시적인 증가를 억제할 수 있는 것을 확인하였다.

## 산업상이용가능성

본 발명의 플라즈마 처리장치 및 플라즈마 처리방법에 의하면, 시료에의 파티클 부착이나 금속오염의 문제를 저감할 수 있고, 게다가 시료 표면에 바이어스 전압을 안정하게 발생시킨 에칭이 가능하게 된다. 더욱이 대면적의 시료에 대해서 균일한 플라즈마 처리를 가능하게 할 수 있다.

따라서, 본 발명의 플라즈마 처리장치 및 플라즈마 처리방법을 대규모 집적회로(LSI) 및 액정 디스플레이(LCD)의 제조공정에 적용한 경우, 소자의 수율을 향상시킬 수 있다.

## (57)청구의 범위

### 청구항1

마이크로파를 공급하는 수단과, 마이크로파 도입창과 이 마이크로파 도입창에 대면하는 시료대를 가지는 반응용기와, 시료대에 고주파를 인가하는 수단과, 시료대에 대항하는 전기적으로 접지된 대향전극을 구비한 플라즈마 처리장치로서, 상기 대향전극이 반응용기의 내측에서 마이크로파 도입창의 주연부에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

### 청구항2

제1항에 있어서,

마이크로파를 공급하는 수단과 마이크로파 도입창의 사이에, 마이크로파 도입창과 대항하는 배치로 마이크로파 도파로용의 유전체판을 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

### 청구항3

제1항 또는 제2항에 있어서,

마이크로파 도입창이 대향전극의 선단부를 보호하는 형상으로 되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

### 청구항4

제1항에서 제3항까지의 어느 한 항에 있어서,

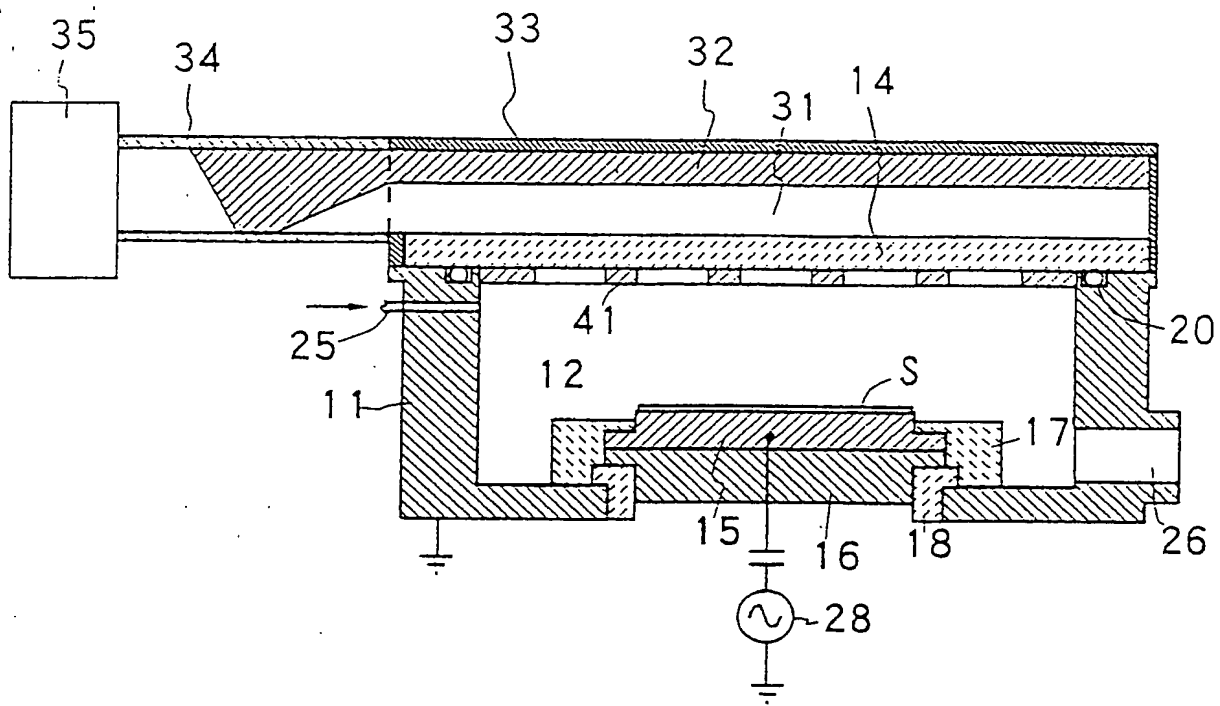
마이크로파 도입창의 반응용기의 외측면에 근접하여, 마이크로파를 공급하기 위한 구멍을 가지는 금속제의 마이크로파 조정판을 구비하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

### 청구항5

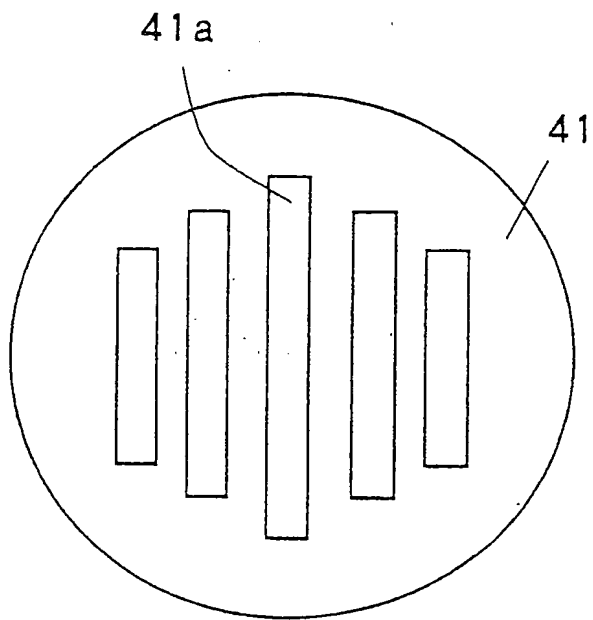
제1항에서 제4항까지의 어느 한 항에 기재되어 있는 플라즈마 처리장치를 이용하여 시료에 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리방법.

## 도면

### 도면1



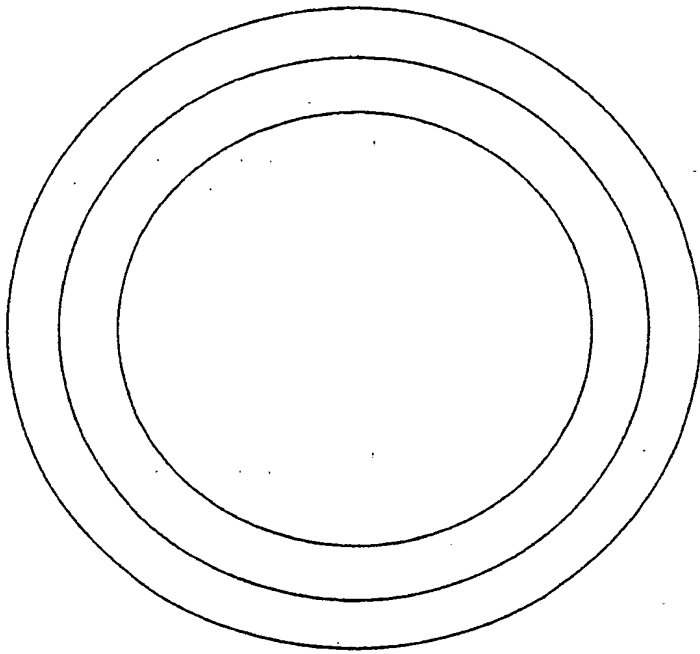
도면2



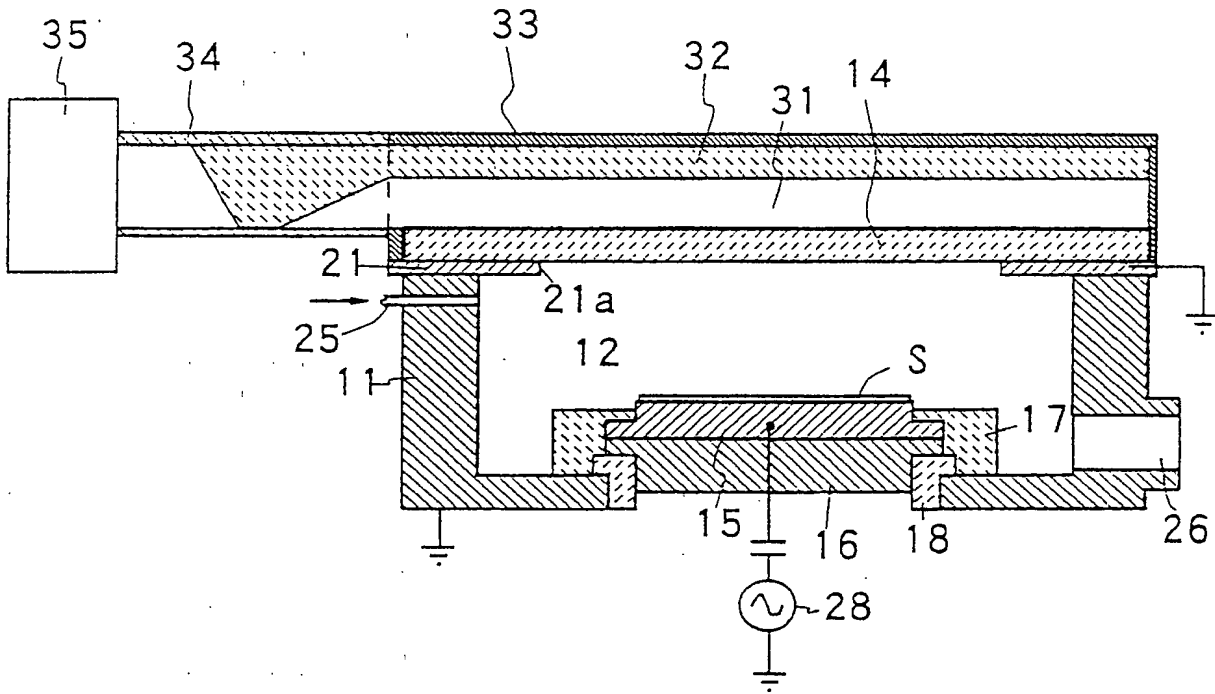
도면3



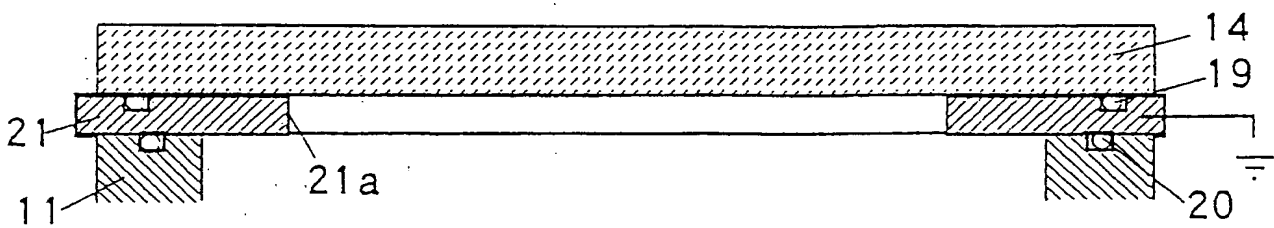




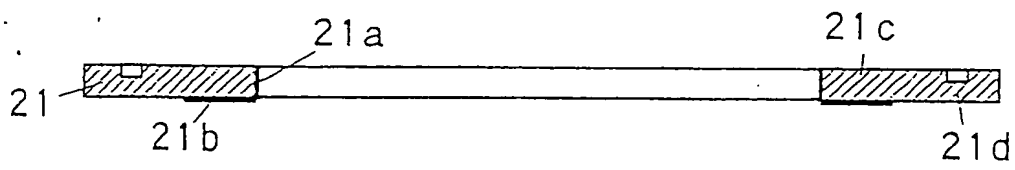
도면7



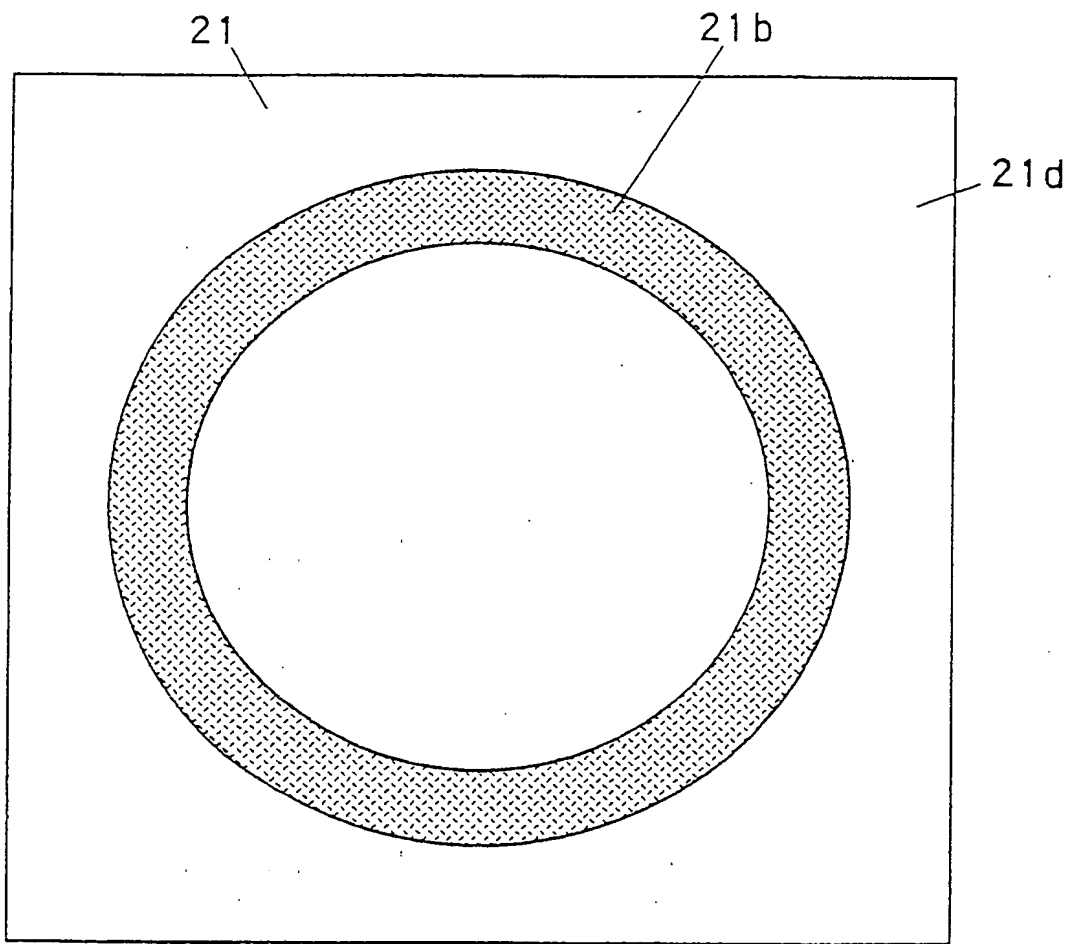
도면8



도면9

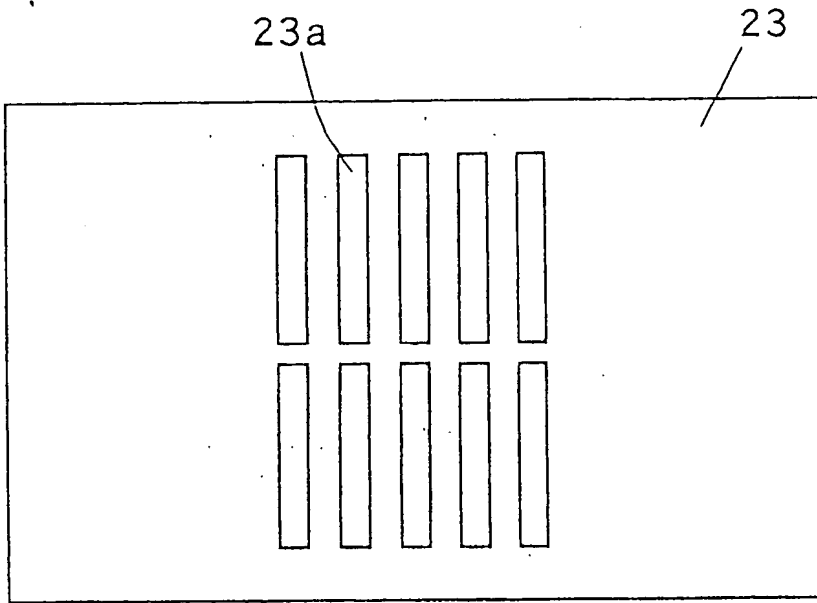


도면10

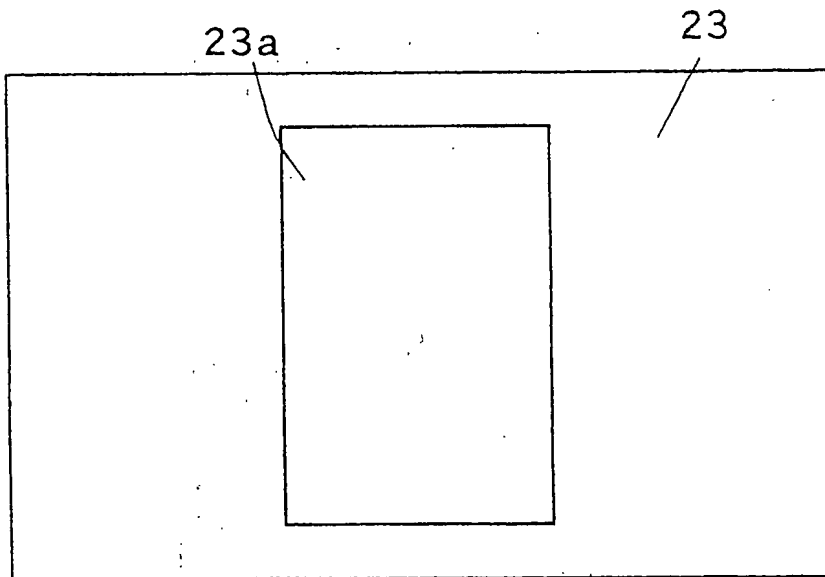


도면11

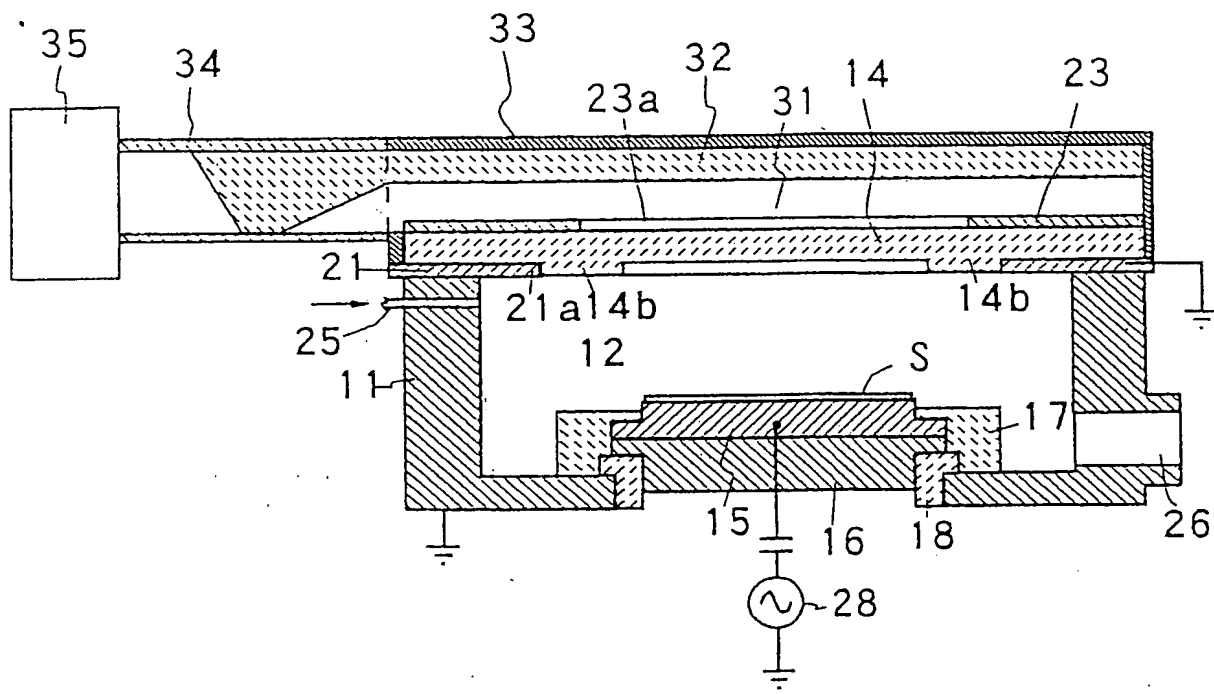




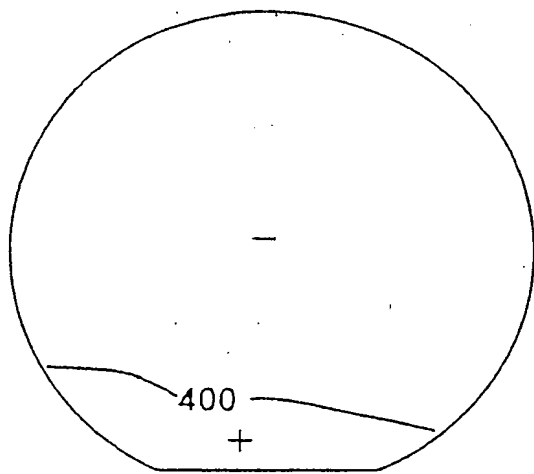
도면14



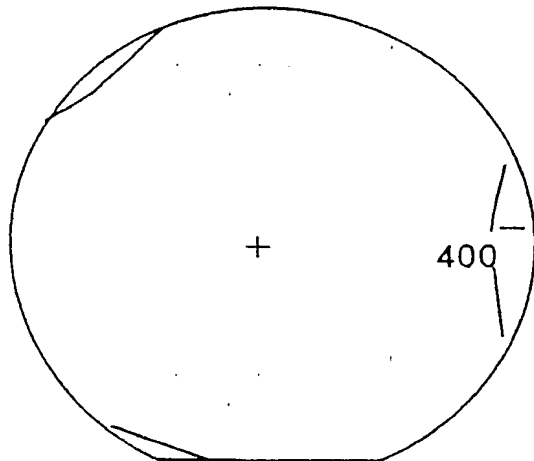
도면15



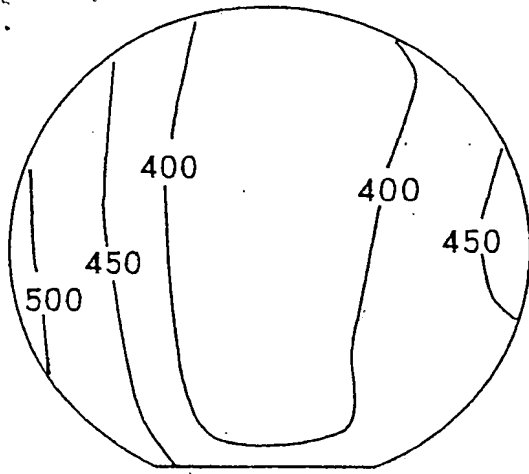
도면16



도면17



도면18



도면19

